



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap
Institutionen för ekonomi

Den ekonomiska tillväxten

– en redogörelse för pessimistiska och optimistiska synsätt

The economic growth

– A review of the pessimistic and optimistic approaches

Maria Carlsson, Elina Matsdotter och Elin Paulander

Den ekonomiska tillväxten– En redogörelse för pessimistiska och optimistiska synsätt

The economic growth– A review of the pessimistic and optimistic approaches

Maria Carlsson, Elin Matsdotter och Elin Paulander

Handledare: Rob Hart, Sveriges lantbruksuniversitet,
Institutionen för ekonomi

Examinator: Yves Surry, Sveriges lantbruksuniversitet,
Institutionen för ekonomi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grund C

Kurstitel: Självständigt arbete i Nationalekonomi

Kurskod: EX0540

Program/utbildning: Ekonomi – kandidatprogram

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2011

Serienamn: Examensarbete

Nr: 682

ISSN 1401-4084

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Ekonomisk tillväxt, naturresurser, optimister, pessimister



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap
Institutionen för ekonomi

Abstract

The economic growth we have experienced the last century is based on limited natural resources. Whether these resources will last for a further economic growth is widely debated. Pessimism and optimism have each been influential philosophies in debate whose opinions can be conceded as two opposing opinions. In this paper we have analyze these opinions from an economics perspective. To study this further, the construction and meaning of the pessimistic and optimistic arguments have been applied implicitly on the Leontief production function and the Solow growth model. On the basis of this, we have developed a vision for the future of how economic growth can become more sustainable. Our fundamental conclusion is that the pessimistic and optimistic views need to interact, to achieve sustainable economic growth.

Sammanfattning

Den ekonomiska tillväxt vi har sett det senaste seklet är baserad på begränsade naturresurser. Frågan om dessa resurser kommer att räcka för en fortgående ekonomisk tillväxt är vida debatterad. Pessimism och optimism har varit inflytelserika filosofier i debatten, vars åsikter kan betraktas som två motpoler. I den här uppsatsen analyseras dessa synsätt, utifrån ett nationalekonomiskt perspektiv. För att studera detta närmare har konstruktionen och innebörden av de pessimistiska och optimistiska argumenten applicerats implicit på Leontiefs produktionsfunktion och Solows tillväxtmodell. Med utgångspunkt av detta har vi utarbetat en framtida vision om hur ekonomisk tillväxt kan bli mer hållbar. Vårt fundamentala resultat och grundläggande slutsats är att vägen mot en mer hållbara ekonomisk tillväxt är samspel mellan de pessimistiska och optimistiska synsätten.

Innehållsförteckning

1 INTRODUKTION	1
2 TILLVÄXTDEBATTEN – EN HISTORIESKILDNING	3
2.1 PESSIMISTER	3
2.1.1 Klassiska tillväxtpessimister	3
2.1.2 1970-talets pessimism	5
2.1.3 Modern pessimism.....	7
2.2 OPTIMISTER	8
2.2.1 Neoklassiska tillväxtoptimister.....	9
2.2.2 Efterkrigstidens optimism.....	10
2.2.3 Modern optimism	11
3 EN TEORETISK REDOGÖRELSE.....	12
3.1 LEONTIEFS PRODUKTIONSFUNKTION.....	13
3.1.1 Leontief och naturresurser.....	14
3.1.2 Leontiefs produktionsfunktion - ett exempel.....	15
3.2 SOLOWS TILLVÄXTMODELL	16
3.2.1 Solow och naturresurser	17
3.2.2 Solows tillväxtmodell med naturresurser – ett exempel	19
3.3 HÄRLEDNINGAR	20
3.3.1 Härledning av pessimisters resonemang genom Leontiefs produktionsfunktion.....	20
3.3.2 Härledning av optimisternas resonemang genom Solows tillväxtmodell.....	22
4 ANALYS OCH DISKUSSION.....	24
4.1 ANALYS OCH KRITIK AV PESSIMISTISKA RESONEMANG	24
4.2 ANALYS OCH KRITIK AV OPTIMISTISKA RESONEMANG	25
5 SLUTSATS	30
KÄLLFÖRTECKNING	31

1 Introduktion

Det primära politiska målet för de allra flesta av världens nationer är att främja ekonomisk tillväxt, eftersom tillväxt anses generera välfärd samt en högre materiell standard. Huruvida denna målsättning är hållbar eller ej är dock vida debatterat. Den ekonomiska tillväxt som fortgått det senaste seklet är baserad på begränsade naturresurser och det finns meningsskiljaktigheter om dessa resurser kommer att räcka för en fortgående ekonomisk tillväxt. I den här uppsatsen kommer debatten om den ekonomiska tillväxtens potentiella begränsning att analyseras utifrån ett nationalekonomiskt perspektiv.

Pessimism och optimism har varit inflytelserika filosofier i debatten om ekonomisk tillväxt, vars åsikter kan betraktas som två motpoler. En naturvetenskaplig syn präglar ett pessimistiskt ställningstagande vars uppfattning är en tillbakagång av den ekonomiska tillväxten, till följd av begränsade naturresurser. Den optimistiska uppfattningens övertygelse är att de limiterade naturresurserna inte kommer att hindra den ekonomiska tillväxten, som därmed kan fortgå obegränsad i all framtid.

Det går att utröna pessimistiska och optimistiska uppfattningar ända från 1700-talet, och fram till idag. Klassiska ekonomer, som exempelvis Robert Malthus (1798), behandlade frågan om den ekonomiska tillväxtens potentiella begränsning till följd av mänsklig populationstillväxt. Alfred Marshall (1890) å andra sidan hävdade att genom teknologisk utveckling kan den ekonomiska tillväxten fortlöpa under en mycket lång tid, i princip utan begränsningar. Dessa uppfattningar har präglat nationalekonomiska modeller genom olika tidsepoker, vilka i sin tur har influerat det politiska klimatet angående ekonomisk tillväxt.

I dagens litteratur går det att skönja hur olika produktionsfunktioner styrker många av de argument som framförs i tillväxtdebatten. Den optimistiska ideologin har anammat Solows tillväxtmodell, vilken också har legat till grund för vår moderna tillväxtpolitik. Leontiefs produktionsfunktion går att applicera på många av de pessimistiska resonemangen, vilkas åsikter lett till starka opinionsbildningar som skapat mer miljömedvetande.

Utifrån denna bakgrund är syftet med denna uppsats att skapa en vision om framtida syn på ekonomisk tillväxt. Frågan vi söker att svara är hur denna syn kan utvecklas med hjälp av tidigare uppfattningar och resonemang? Metoden för att ta undersöka detta är en litteraturstudie samt en nationalekonomisk analys av de pessimistiska och optimistiska argumenten, vars konstruktion och innebörd kommer att appliceras implicit på Leontiefs produktionsfunktion och Solows tillväxtmodell.

För att återge debatten inleds uppsatsen med en historieskildring av tidigare argumenterande litteratur, samt en redogörelse för de pessimistiska och optimistiska argumentens framväxt. I kapitel tre följer en förklaring av Leontiefs produktionsfunktion och Solows tillväxtmodell. De mest signifikanta argumenten från den pessimistiska sidan, respektive den optimistiska sidan, appliceras därefter på modellerna. I analysen som följer i kapitel fyra, granskas pessimisternas och optimisternas argument mot bakgrund av Leontiefs produktionsfunktion

och Solows tillväxtmodell. Vidare i analysen jämförs och värderas de olika argumenten med varandra och dess trovärdighet ifrågasätts. Det sista kapitlet redogör för de slutsatser vi kommit fram till i denna uppsats.

2 Tillväxtdebatten – en historieskildring

Debatten huruvida det finns en gräns för ekonomisk tillväxt har pågått i århundraden och synen på om en sådan gräns existerar eller ej har skilt sig under olika tidsepoker. I detta kapitel följer en historieskildring över hur de pessimistiska och optimistiska synsätten och teorierna beträffande ekonomisk tillväxt har utvecklats och påverkat opinionen genom tiden.

2.1 Pessimister

Inom tillväxtteori betraktas de som anser att det finns en definitiv gräns för ekonomisk tillväxt som pessimister. Pessimisten hävdar att det inte är möjligt– eller hållbart att tillåta gränslöst utnyttjande av naturresursstocken, för att främja den ekonomiska tillväxten. En ekonomi i tillväxt kommer enligt detta synsätt alltid att leda till irreversibel tömning av det befintliga naturresurslagret samt orsaka natur– och miljöförstörelse. I längden kan detta leda till begränsningar för fortsatt ekonomisk tillväxt och förfall i den ekonomiska välfärden. Utgångspunkten– och det mest fundamentala i resonemanget tar ofta avstamp i termodynamikens och naturens lagar.

2.1.1 Klassiska tillväxtpessimister

Den klassiska nationalekonomin anses allmänt vara den första moderna skolan i ekonomiskt tänkande. Några egenskaper är gemensamma för de flesta klassiska nationalekonomer. Enligt Sandelin et al (2008) var det mest centrala under den klassiska tidsepoken intresset för ekonomisk tillväxt och utveckling på lång sikt. Klassikerna framhöll den pessimistiska uppfattningen, att den ekonomiska tillväxten inte kan fortsätta oupphörligt, vilket under denna tid uttrycktes som ”det stationära tillståndet”. Under denna tid fanns dock olika åsikter om orsaken till den begränsade ekonomiska tillväxten. Några av dessa olika åsikter går att finna i arbeten av Adam Smith, Thomas Malthus och John Stuart Mill, vilka var några av denna tids mest betydande teoretiker. Dessa nationalekonomiska pionjärer ägnade mycket tankemöda åt naturresurser och människans nyttjande av dem.

Adam Smith (1723-1790) visade tidigt i sitt författarskap ett intresse för tillväxtproblematiken. I det mest centrala verket *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations* var Smiths huvudsakliga syfte att studera tillväxten och dess pådrivande faktorer. Smith menade att jordens resurser skulle ta slut i en avlägsen framtid, men att denna framtid låg mycket långt fram i tiden. Enligt Robert Heilbroner (1953) var Adam Smith en pessimist vad gäller ”samhällets slutliga öde”. På flera ställen i *Wealth of Nations* påpekade också Smith att tillgången på föda begränsar befolkningsstorleken. Denna uppfattning var även central i Robert Malthus (1766-1834) teorier.

I sitt mest framstående verk *An essay on the Principle of Population* (1798) uppmärksammade Malthus farorna med en allt mer ökande befolkning för den ekonomiska tillväxten. Dessa faror ansåg Malthus framför allt bestå i svårigheten att tillgodose behovet av

agrarproduktion för att försörja den växande befolkningen. Liksom Malthus menar Goodland et al (1992) att det främsta beviset för att det finns en absolut gräns för ekonomisk tillväxt är att den mänskliga ekonomin använder 40 procent av nettoprimärprodukten från fotosyntesen de markbundna ekosystemen producerar idag. Utvinningen består bland annat i utnyttjandet av naturresurser i produktionen av varor men en betydande del förbrukas i form av mänsklig näring. Goodland menar att om jordens befolkning ökar med det dubbla disponeras 80 procent av denna fotosyntesförbrukning av människan. Malthus empiriska studier visade att befolkningen tenderade att växa fortare än tillgången på mat. Senare undersökningar, gjorda av exempelvis Mikesell (1995), stödjer Malthus studie och anger att den maximala nivån för fotosyntesen utgör den definitiva begränsningen för agrarproduktion. Malthus syn på den ekonomiska tillväxten var att den var begränsad per capita till följd av att mängden odlingsbar jord och naturresursers begränsade kvantitet. I *An essay on the Principle of Population* (1798) beskriver Malthus detta:

I think I may fairly make two postulata. First, that food is necessary to the existence of man. Secondly, that the passion between the sexes is necessary and will remain nearly in its present state. These two laws, ever since we have had any knowledge of mankind, appear to have been fixed laws of our nature, and, as we have not hitherto seen any alteration in them, we have no right to conclude that they will ever cease to be what they now are, without an immediate act of power in that Being who first arranged the system of the universe, and for the advantage of his creatures, still executes, according to fixed laws, all its various operations. /.../ Assuming then my postulata as granted, I say, that the power of population is indefinitely greater than the power in the earth to produce subsistence for man. (Malthus, 1798, s. 13)

Utifrån Malthus teorier om tillväxtens gränser har begreppet *malthusiansk* kommit till uttryck vilket påvisar naturresursernas absoluta knapphet. På grund av Malthus teorier, som pekade på kris och hungersnöd till följd av bristande naturresurser och odlingsbar mark, kom nationalekonomin i början på 1800-talet att kallas för ”den dystra vetenskapen”.

En annan inflytelserik ekonom från den klassiska ekonomins tidsepok är John Stuart Mill (1806-1873). Mill var tidig med att påvisa värdet av orörd natur för människors välbefinnande och rekreation. I sitt stora ekonomiska verk *Principles of Political Economy* (1848) uppmärksammade Mill att det finns en konflikt mellan ekonomisk tillväxt och förstörelse av miljön och menade på att människan skulle ta skada om det blev brist på platser med avskildhet och tystnad.

Vad som kan utläsas av Mills resonemang med ekonomiska termer är att kostnaden för den ekonomiska välfärden ökar i termer av att den ekologiska välfärden minskar när naturresurserna förbrukas. Dalys och Farleys (2004) illustration av ett träbord förklarar Mills resonemang. För att producera ett bord av trä måste träd sågas ned. Det ekonomiska värdet av träbordet är den nytta som uppstår när bordet används, vilket är bordets egenskap som avlastningsyta och att det upplevs mer bekvämt att äta vid ett bord än på golvet. Den ekologiska kostnad som debiteras samhället i samma stund trädet huggs ner, är trädens ekologiska egenskaper så som fotosyntes, erosionsförhindrande och skydd för djurliv. Av resonemanget framgår att ekonomisk tillväxt inte nödvändigtvis behöver leda till att

människor blir lyckligare. Bristen på ekologisk välfärd riskerar att omintetgöra nyttan av den ekonomiska välfärden. I *Principles of Political Economy* (1884) skriver Mill om detta:

If the earth must lose that great portion of its pleasantness which it owes to things that the unlimited increase of wealth and population would extirpate from it, for the mere purpose of enabling it to support a larger, but not a better or a happier population, I sincerely hope, for the sake of posterity, that they will be content to be stationary, long before necessity compel them to it. (Mill, 1884, kap. 6)

Dalys (2004) argumentation kan komplettera Mills resonemang med hjälp av de mikroekonomiska termerna marginalkostnad¹ och marginalnytta². Daly menar att ekonomisk tillväxt i själva verket kommer att göra världen fattigare snarare än rikare. Marginalkostnaden som har en tilltagande funktion anger att det blir dyrare på marginalen ju fler produkter som produceras. Marginalnyttans avtagande funktion visar på att ju mer som konsumeras av samma vara desto mindre blir den upplevda nyttan. I den punkt marginalkostnaden möter marginalnyttan finns den optimala lösningen. Tillväxt utöver den optimala punkten gör att kostnaden för ekonomisk tillväxt blir högre än nyttan. Ekonomisk tillväxt leder därmed världen mot en allt högre ekonomisk välfärd samtidigt som den ekologiska välfärden minskar och kostar samhället allt mer.

Pessimisternas tes rörande naturresursernas begränsning för den ekonomiska tillväxten var William Stanley Jevons (1835-1882) tidig att studera. I Jevons verk *The Coal Question; An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of Our Coal Mines* (1865) utforskas konsekvenserna av Storbritanniens beroende av det fossila bränslet kol under 1800-talet. Jevons teori baserades på att Storbritanniens suveränitet var övergående till följd av begränsande faktorn av landets primära energikälla. Redan här uppmärksammade Jevons, det pessimistiska antagandet, att naturresurser inte kan substitueras bort. Jevons förutsatte att Storbritanniens kolanvändning var tvungen att öka i samma utsträckning som den ekonomiska tillväxten och uteslöt möjligheten för substitution av Storbritanniens inhemska koldepå mot någon annan energikälla samt utländsk importerad kol.

2.1.2 1970-talets pessimism

Efter en lång tid i skymundan dröjde det innan det pessimistiska synsättet åter igen fick sympatier. Inte förrän på 1960-talet började intresset för konflikten mellan ekonomisk tillväxt och naturresursernas begränsningar återigen att växa. Den ekonomiska tillväxtens outhållbarhet blev nu ifrågasatt och nya teorier gällande tillväxtens egentliga gränser uppmärksammades. Kenneth Boulding (1966) jämförde exempelvis det gällande öppna ekonomiska systemet ”cowboy economy” med ett önskvärt slutet ekonomiskt system ”spaceship economy” och Nicholas Georgescu-Roegen (1971) vädjade för en alternativ ekonomisk strategi som byggde på vikten av ett erkännande av termodynamikens lagar.

¹ Marginalkostnad är den extra kostnad som uppstår när en extra enhet produceras.

² Marginalnytta är det extra värde som uppstår av ytterligare en enhet konsumtion.

Termodynamikens principer bygger på energi- och materialomsättning. Energiomvandling måste, enligt dessa principer, resultera i avfallsprodukter och överskottsvärme. När olika typer av material används leder detta till förslitning, det vill säga försämring i kvalitén. Detta gör att entropin, det vill säga oordningen, ökar. Genom detta sätter termodynamiken en gräns för hur effektiva olika industriella processer och maskiner kan bli. Utifrån termodynamikens lagar har många nya discipliner inom ekonomin utvecklats, exempelvis ekologisk ekonomi och biofysisk ekonomi.

I enlighet med termodynamikens första huvudsats gäller att ingen massa kan tillföras. Många pessimister betraktar därför jorden som ett slutet system och mot bakgrund av detta krävs alltid en minsta mängd naturresurser och energi för att möjliggöra produktion. Därmed går det inte att byta ut vare sig energi eller naturresurser mot kapital eller arbetskraft om målet är någon typ av produktion. Därav måste det enligt pessimisterna finnas begränsningar för substitution. När substitution är svårt, eller rent av omöjligt i produktionen, sägs det med ekonomiska termer att substitutionselasticiteten³ är låg eller lika med noll. En låg substitutionselasticitet begränsar ekonomisk tillväxt genom att allt mer kapital och naturresurser krävs för att öka produktionen. Tillgången på naturresurser minskar härav i samma takt som ekonomin växer. Går det inte att substituera naturresurser mot kapital finns det ingen möjlighet att öka den ekonomiska tillväxten. Logiken i detta är att mänskligt framställt kapital och naturresurser är perfekta komplement i det avseendet att det mänskliga kapitalet alltid kräver någon typ av naturresurser för dess produktion.

I rapporten *The Limits to Growth* skriven av Meadows et al (1972) och publicerad av Romklubben, lyfte författarna fram en pessimistisk syn där de argumenterade för en begränsad ekonomisk tillväxt. Den huvudsakliga slutsatsen i rapporten påvisar att:

om de nuvarande tillväxttendenserna i befolkning, industriproduktion, föroreningar, livsmedelsproduktion och uttömning av naturtillgångar får fortsätta ohämmade, kommer gränserna för tillväxten på denna planet att nås någon gång inom de närmaste hundra åren.
(Meadows et al, 1972, s. 25)

Författarna menade också att det troligaste resultatet om dessa tillväxttendenser fick fortgå var en plötslig och okontrollerbar nedgång både i befolkning och i den industriella kapaciteten. Resonemanget kan härledas ända tillbaka till Malthus teorier.

Romklubbens publikation debatterades livligt under 1970-talet och under samma tid observerades även omfattande miljöproblem. I samband med att boken *Silent Spring* (1962) av Rachel Carson uppmärksammades förbjöds användningen av det farliga och inom jordbruket vanligt förekommande bekämpningsmedlet DDT. Den pessimistiska opinionen framhöll att produktion och konsumtion utgjorde en betydande fara för den ekonomiska tillväxten. Genom avfallens påverkan på natur och klimat kommer den ekonomiska tillväxten förr eller senare kommer att begränsas av jordens möjlighet att absorbera och hantera avfall

³ Substitutionselasticiteten anger hur utbytbara två insatsfaktorer är mot varandra, det vill säga hur lätt det går att byta en insatsvara mot en annan

från den mänskliga produktionen. Detta på grund av att naturen har en absolut gräns för vilken mängd avfall den kan ta hand om och absorbera enligt pessimisterna. Denna gräns kommer förr eller senare att överskridas med en tilltagande ekonomisk tillväxt vilket då leder till avtagande möjlighet för produktion⁴.

De stora industriländerna i världen drabbades samtidigt av energikriser. En av de mest omfattande var oljekrisen 1973. Effekter av bristande naturresurser och miljöproblem blev nu mer påtagliga för allmänheten, vilket gav effekt ända ner på gräsrotsnivå och avspeglade sig i människors förändrade levnadsvanor. I Sverige spred sig exempelvis den ”gröna vågen” och politiska partier med tydliga miljöambitioner fick fäste i samhället. År 1972 hölls det första stora globala miljömötet i Förenta Nationernas (FN) regi. Konferensen hölls i Stockholm och kallas därmed också för Stockholmskonferensen. Detta markerade en vändpunkt i utvecklingen av den internationella politiken som nu blev mer miljöinriktad.

2.1.3 Modern pessimism

Stockholmskonferensen hade infört miljöhänsyn till den formella politiska dagordningen och för att belysa dessa frågor ytterligare skrevs rapporten *Our Common Future* (1987) av World Commission on Environment and Development (WCED) på uppdrag av FN. Rapporten redogjorde för sambandet mellan ekonomisk utveckling och miljöförstöring och permanentande miljöfrågorna på den politiska dagordningen. Rapporten definierade också begreppet ”hållbar utveckling” på ett internationellt plan genom att fasslå att utveckling måste möta behoven för kommande generationer.

Nästa internationella miljökonferens hölls i Rio de Janeiro 1992 i FN:s regi. Under Rio-konferensen var den ekonomiska tillväxten en av de mest debatterade frågorna. I Rio-deklarationens tolfte princip står det att

Stater bör samarbeta för att främja ett öppet internationellt ekonomiskt system som kan bidra till ekonomisk tillväxt och hållbar utveckling i alla länder för att på så sätt bättre kunna hantera problemen med miljöförstöringen. (Rio-konferensen, 1993, s. 47)

Det var därmed erkänt på ett internationellt plan att det behövdes ett nytt ekonomiskt system och att detta system måste kunna hantera ekonomisk tillväxt och samtidigt ta hänsyn till miljöförstöring och naturresursutnyttjande.

På begäran av den brittiska regeringen publicerades Sternrapporten (2006), författad av Nicholas Stern tidigare chefsekonom på Världsbanken. I den 700 sidor långa rapporten som till största del behandlar klimatförändringarna kritiseras bland annat det rådande marknadssystemet. I rapporten påpekar Stern att klimatförändringarna är marknadsekonomis största marknadsmisshandling hittills. Att marknadens grundprinciper inte fungerar vad gäller naturresursutnyttjandets konsekvenser på miljön är ett idag välkänt fenomen och har inom den neoklassiska ekonomin fått benämningen externa effekter. Företeelsen tas upp i de flesta

⁴ Detta resonemang återfinns i Mikesell (1995)

kursböcker inom nationalekonomi idag. På grund av att de rådande ekonomiska modellerna inte tar hänsyn till externa effekter effektivt nog, menar pessimisterna att nya ekonomiska modeller krävs.

Människans storskaliga påverkan har nu lett till att en punkt har uppnåtts där de viktigaste biofysiska processerna på jorden har satts ur balans. I Rockströms et al (2009) forskningsrapport bevisas kritiska tröskelvärden för hur mycket utsläpp och miljöpåverkan jorden klarar. Enligt forskningen finns det redan idag starka belägg för att kritiska tröskeffekter på global nivå har överskridits. Med denna miljöforskning som stöd påvisar Rockström och Wijkman (2011) vidare att behovet av nya ekonomiska modeller är brådskande. Detta för att planetens essentiella system inte ska kollapsa. Rockström och Wijkman poängterar flera bristande aspekter av den neoklassiska teorins grundprinciper vad gäller naturresursutnyttjande och miljöproblem:

Naturkapitalet har inget specifikt värde i den ekonomiska modellen, annat än som råvaror i produktionsprocessen /.../ Vår nuvarande tillväxt och välfärd subventioneras av planetens naturkapital, vilket helt uppenbart minskar förutsättningarna att skapa välfärd för framtida generationer. Ekosystemens olika tjänster som rening av luft och vatten, nedbrytning av avfall och restprodukter, skapandet av nya resurser, pollinering av växter, regleringen av både klimatet och vattencykeln samt ett naturlandskaps förmåga att skapa optimala vattenflöden – reflekteras inte alls i den traditionella ekonomiska modellen. (Rockström och Wijkman, 2011, s. 209)

2.2 Optimister

Optimisterna anser att den ekonomiska tillväxten inte behöver inskränkas av naturresursförbrukningen och därför kan fortgå för evigt. Stiglitz (1979), som är en av de främsta optimisterna, menar att bestämda kriterier måste uppfyllas för att bristande naturresurser ska begränsa den ekonomiska tillväxten. För det första måste det finnas ett begränsat utbud av naturresursen med hänsyn till användningsområdet samt att det är en icke förnybar resurs. För det andra måste naturresursen vara essentiell för produktionen och det får inte finnas substitut eller möjlighet till att utveckla substitut. För det tredje ska det också vara omöjligt att förbättra effektiviteten av utnyttjandet av naturresursen. Först när alla dessa kriterier är uppfyllda finns det, enligt Stiglitz, en begränsning för ekonomisk tillväxt med hänsyn till naturresurser. Optimisterna anser även att det inte finns någon skillnad mellan naturresurser och andra insatsvaror i produktionen och att de därför inte ska behandlas olika. Optimisterna sätter stor tilltro till den teknologiska utvecklingen och till de mekanismer som styr marknaden exempelvis utbud, efterfrågan och prismekanismen. Genom dessa menar optimisterna att överutnyttjade av naturresurserna undviks.

2.2.1 Neoklassiska tillväxtoptimister

Det optimistiska synsättet rörande ekonomisk tillväxt tog sin början i mitten av 1800-talet i och med att den neoklassiska nationalekonomin bildades. Den industriella utveckling som pågått under 1800-talets början hade gett samhället en tid av ökad välfärd och teknologisk utveckling, vilket präglat neoklassikerna i sitt ekonomiska tankesätt. Neoklassiska pionjärer, som exempelvis Mengers (1871) och Walras (1874), intresserade sig för samhällsekonomin i mikroekonomiska termer, till skillnad från klassikernas intresse för makroekonomi. Detta tog sig uttryck i studier av enskilda individer, företag samt konsumenters handlingar och preferenser. Med hjälp av priser, produktion, inkomster samt utbud och efterfrågan på marknaden förklarade neoklassikerna de prismekanismer, som kom att få en central betydelse i de nationalekonomiska resonemangen.

Med stöd av neoklassikernas prismekanism argumenterar optimisterna för att naturresurser aldrig kan bli en begränsning för ekonomisk tillväxt, detta på grund av att priset på en knapp resurs blir för högt. När utbudet minskar på marknaden gör prismekanismen att priset stiger och efterfrågan på resursen minskar till följd av det högre priset. Genom detta menar optimisterna att priset speglar utbudet och anger därmed när en kritisk nivå av naturresursen börjar närma sig. Den fysiska mängden naturresurser kommer därför aldrig att begränsa produktionsmöjligheten eftersom kostnaden kommer att bli för hög innan resursen tar slut. Vad som däremot kan begränsa produktionen är om kostnaden överstiger produktiviteten av resursen.

Neoklassikerna förklarade detta resonemang genom att införa den marginella kostnaden av resursen samt resursens marginella produktivitet. Marginalprodukten, som har en avtagande funktion, menade neoklassikerna avspeglar priset av naturresursen. Efterfrågan på resursen förväntas fortgå tills marginalprodukten av naturresursen möter dess pris. Efter denna punkt är produktiviteten av resursen för låg i förhållande till dess pris, det vill säga kostnaden för resursen är högre än dess produktivitet.

En tidigt framstående neoklassisk ekonom var Knut Wicksell (1851-1926) som intresserade sig mycket för valet av insatsvara med avseende på dess pris⁵. Med detta i åtanke utvecklade Wicksell en produktionsfunktion som visade i vilken proportion en insatsvara används i förhållande till en annan vilket beror på insatsvarans relativa priser. Denna produktionsfunktion kom senare att kallas för Cobb-Douglas produktionsfunktion och har haft stor betydelse för nationalekonomin och för optimisternas resonemang. Detta genom att den bland annat lämnar stort utrymme för substitutionsmöjligheter mellan insatsvarorna.

Vidare är Alfred Marshalls (1842-1924) ekonomiska teoribildning än idag mycket starkt etablerad bland optimister. I det mest centrala verket *Principles of Economics* (1890) ges inte

⁵ Se exempelvis Blaug (1992) för vidare läsning.

mycket utrymme åt naturresursers knapphetsproblem. Marshall ansåg att stigande priser leder till teknisk utveckling ökad kunskap samt förbättringar i organisationen. På så vis ansågs bristande tillgång på naturresurser kunna avvärjas. Optimisterna tar fasta på att teknologisk utveckling kan leda till effektivisering och innovativa substitut som kan ersätta naturresurser som förbrukas. Resonemanget syftar till att det antingen sker en effektivisering som gör att resursen inte behöver utnyttjas lika intensivt eller att det utvecklas nya substitut vilket gör att resursen inte längre är essentiell i produktionen. Optimisterna anser, så som Marshall, att prismekanismen är en starkt bidragande faktor till att ny teknologi utvecklas.

2.2.2 Efterkrigstidens optimism

Efter andra världskrigets slut låg stora delar av världen i ruiner, både fysiskt och ekonomiskt. För att främja återuppbyggnaden uppmanade politiker till framtidstro och välfärd åt alla. Ekonomisk tillväxt blev ett centralt mål i världspolitikerna och en optimistisk anda spred sig bland västvärldens ekonomier. Så här uttalade exempelvis USA:s finansminister Henry Morgenthau sin framtidsvision i sitt inledningsanförande till FN:s monetära och finansiella konferens 1944, mer känd som Bretton Wood konferensen:

en dynamisk världsekonomi där människor i alla länder kan förverkliga sina inneboende möjligheter under fredliga förhållanden /.../och i allt större grad åtnjuta materiellt välstånd på en jord med obegränsade tillgångar...(French, 1994, s. 168)

Internationella organisationer så som FN och The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), förespråkade också den ekonomiska tillväxten och ansåg det vara det primära målet, som den ekonomiska politiken skulle sträva efter.

I inledningen till det betydelsefulla originalavtalet rörande den internationella handeln, The General Agreement on Tariffs and Trade (GATT) 1947, uttrycktes bland annat att den internationella målsättningen var att:

höja levnadsstandarden, säkerställa full sysselsättning samt stor och stadig växande volym av realinkomst och effektiv efterfrågan, åstadkomma ett fullständigt utnyttjande av världens tillgångar samt öka produktionen och utbytet av varor. (GATT, 1947, s.3).

Den övergripande politiska synen i västvärlden var nu att naturresurserna var obegränsade och att dessa resurser skulle utnyttjas så mycket som möjligt för att uppnå ekonomisk tillväxt och välfärd. Den optimistiska andan genomsyrade nu världspolitikerna och forskningen inom ekonomisk tillväxt vidgades.

I artikeln *A Contribution to the Theory of Economic Growth* (1956) visade Robert Solow nya teorier rörande ekonomisk tillväxt och dess drivkraft, vilka har haft en stor inverkan på ekonomisk analys. Tidigare ekonomer hade sett på teknologisk utveckling som en följd av ekonomisk tillväxt och trodde att det endast behövdes mer av kapital och arbetskraft för att få ekonomin att växa. Det Solow påvisade var att det i själva verket är den teknologiska utvecklingen som driver den ekonomiska tillväxten och att man inte får ekonomin att växa genom att endast tillföra mer av kapital och arbete. I Solowmodellen används Cobb-Douglas

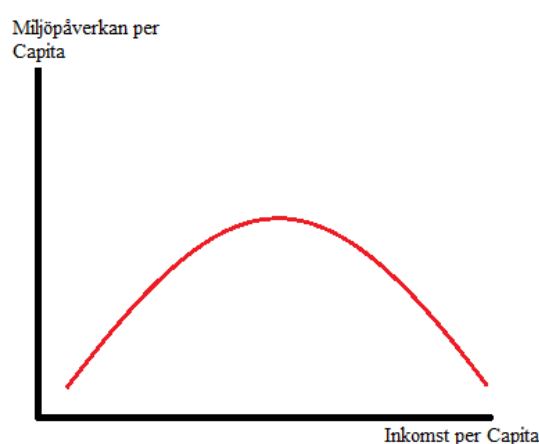
produktionsfunktion. Modellen tar i sin grundform inte hänsyn till vare sig naturresurser eller land, endast kapital och arbetskraft anses vara relevanta insatsvarorna. Solow (1974) och Stiglitz (1974) införde senare naturresurser och land i modellen. Genom att dessa variabler fördes in i den oförändrade Cobb-Douglas funktionen påvisades att den ekonomiska tillväxten inte kan begränsas av naturresursförbrukning (detta förklaras i sektion 3.3.1). Modellen har sedan dess varit mycket central i optimisternas resonemang där stor tilltro ges till den teknologiska utvecklingen och människans uppfinningsrikedom. Möjligheten till substitution mellan arbetskraft, kapital och naturresurser är den grundläggande orsaken till att ekonomin kan växa utan hänsyn till begränsade naturresurser enligt optimisterna. Den teknologiska utvecklingen anses vara motorn som driver på utvecklingen av substitut. Optimister som Radetzki (1990) menar att teknologisk utveckling ger *”långtgående möjligheter att tänja natur- och miljöresursbasen och att substituera dyra och knappa resurser mot andra”* (s.38).

2.2.3 Modern optimism

Samma år som Riokonferensen fastslog Världsbanken (1992) i sin årliga rapport att:

Jordens resurser liksom dess absorptionsförmåga är begränsade. Huruvida dessa gränser kommer att utgöra hinder för tillväxten av mänskliga verksamheter kommer att bero på omfattningen av substitution, tekniska framsteg och strukturell förändring. (Världsbanken, 1992, s. 9)

I samma rapport presenterades också nya studier angående sambanden mellan miljö kvalitet och ekonomisk tillväxt. Ett samband som sedan ledde till ett intensivt forskningsområde och som senare fick namnet MiljöKuznetskurvan. I denna teori argumenterar optimisterna för att det finns en positiv korrelation mellan renare miljö och ekonomisk tillväxt vilket ofta illustreras genom ett upp och nervänt u. Kurvan har att göra med individers preferenser och inkomstnivå.



Figur 1: MiljöKuznetskurvan (egen bearbetning med inspiration av Grossman och Kreuger (1994))

Enligt resonemanget, vilket Radetzki (1990) var en av de första att introducera, är efterfrågan på ren miljö låg då inkomstnivån är låg. Den ekonomiska tillväxten går då hand i hand med en försämring av miljö kvalitet. När inkomsten per capita har nått en viss nivå vänder det och den

ekonomiska tillväxten motiverar nu aktiviteter som förbättrar miljökvaliteten. Tesen är att när en viss inkomstnivå uppnåts ökar efterfrågan på bättre miljö. Enligt Radetzki (1990) är viljan att avstå konsumtion samt att investera en större andel av sin inkomst på positiva miljötjänster högre när en viss rikedomsnivå uppnåts. Resonemanget avspeglar sig även på institutionell nivå genom påverkan på miljöpolitiken och ny lagstiftning. Som exempel finns att offentligt organiserad sophantering oftast inte uppstår innan en viss inkomstnivå uppnåts, samt att lagstiftning och styrmedel ger incitament till förorenade industrier att vidta åtgärder och minska sina utsläpp.

Det har som nämnts forskats en hel del på resonemanget⁶ och till följd av det positiva forskningsresultatet menade optimisterna att det var bevisat att ekonomisk tillväxt gynnar miljön. Denna tes har sedan dess använts flitigt av optimister och har också varit en utgångspunkt för miljöpolitiken i många länder i västvärlden idag.

I dagens rådande politiska klimat finns en medvetenhet och en viss vilja att ta hänsyn till naturresurser och begreppet hållbar utveckling har satts på agendan. Dock är det en optimistisk syn på ekonomisk tillväxt som genomsyrar politiken och samhället i stort. Efter den globala finanskrisen 2008 och den lågkonjunktur som följde har tillväxtmålet fått stor plats på den politiska dagordningen. Till följd av detta har andra frågor, som miljöförstöring och naturresurshantering, hamnat i skymundan. Detta rådande klimat kan liknas vid efterkrigstiden, då som nu är världen i behov av optimism och i denna stund ses inga andra alternativ än att driva på och gynna den ekonomiska tillväxten då den ses som grundbulten för samhällets utveckling.

3 En teoretisk redogörelse

För att bättre förstå det resonemang pessimisterna och optimisterna har fört är det användbart att applicera resonemanget på produktionsfunktioner och tillväxtmodeller. Inom mikroekonomi beskriver produktionsfunktioner den möjliga tillverkningen för ett företag. Den producerade kvantiteten beror på kombinationen av insatsvaror samt på hur effektivt dessa utnyttjas i produktionen. Detta är även applicerbart i makroekonomiska sammanhang, exempelvis för att beskriva tillväxtmodeller och aggregerade produktionsfunktioner. Beroende på hur produktionsfunktionen är konstruerad görs vissa antaganden om vilka förutsättningar som finns och vilka egenskaper insatsfaktorerna besitter.

⁶ Se exempelvis Grossman och Kreuger (1994)

3.1 Leontiefs produktionsfunktion

För att förstå pessimisternas resonemang är Leontiefs produktionsfunktion användbar, den anger ett förhållande mellan insatsvaror som kräver konstant skalavkastning⁷ och utesluter möjligheten till substitution.

Leontief har utvecklat en produktionsfunktion som bygger på principen att alla insatsfaktorer som används i en tillverkningsprocess måste nyttjas i konstanta proportioner.

$$Y = \min \{A, B\}. \quad (1)$$

A och B är insatsfaktorer som genererar en viss mängd produktion av Y . Den minsta av A och B är den kritiska faktorn som begränsar produktionen. Y kan inte produceras med hjälp av enbart A eller enbart B . Ökar A , ökar produktionen av Y endast om B ökar lika mycket proportionellt. A kan aldrig substitueras mot B , och skalavkastningen för produktionen är konstant.

Samma egenskaper gäller för funktionen:

$$Y = \min \{A_1X_1, A_2X_2 \dots A_iX_i\} \text{ där } A > 0 \text{ för alla } i. \quad (2)$$

A och B representeras här av X_1 och X_2 . För att spegla tekniken, eller effektiviteten, i vilken insatsvarorna används per enhet, adderas här A_i . Denna ekvation visar hur den totala produktionen, Y , beror på det minsta värdet av A_iX_i där effektiviteten, A , är avgörande för insatsvaran, X . När $X_i = 0$, eller när $A_i = 0$ för något genereras $Y = 0$ producerad kvantitet. Detta indikerar att alla insatsfaktorer är beroende av varandra för att generera produktion.

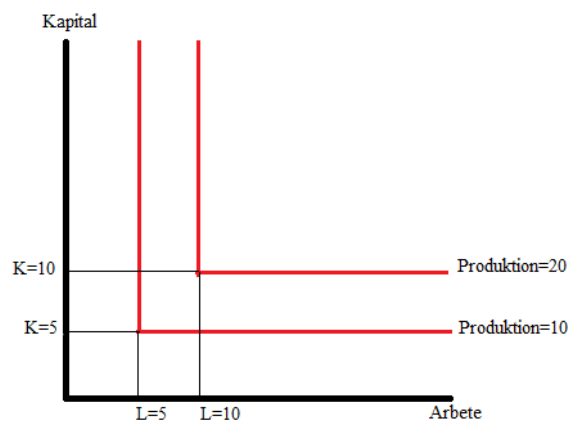
Första derivatan i funktionen $\frac{\partial Y}{\partial X_i}$ ger marginalprodukten av X_i , det vill säga den extra produktion som möjliggörs av en extra enhet X_i . Funktionen är utformad så att produktionen beror på det minsta X_i et, därför blir marginalprodukten av X_i antingen i) $\frac{\partial Y}{\partial X_i} = 0$ eller ii) $\frac{\partial Y}{\partial X_i} = A_i$, det vill säga att produktionen Y i sig är obegränsad men begränsas av tekniken A_i som påverkar X_i .

När marginalprodukten $\frac{\partial Y}{\partial X_i} = 0$ spelar det ingen roll om det tillförs mer av denna insatsfaktor, produktionen kan ändå inte öka. Detsamma gäller när produktionsmängden Y är obegränsad men X_i är begränsad av tekniken A_i . Y har här enbart möjlighet att öka till det minsta värdet av A_i , det vill säga den mest kritiska tekniska nivån av vilken X_i påverkas. Leontiefs produktionsfunktion visar på ett icke asymptotiskt samband mellan produktion och

⁷ Konstant skalavkastning innebär att den procentuella ökningen i insatsvaror leder till en lika stor procentuell ökning i produktionen

insatsvaror genom antagandet att produktionen inte nödvändigtvis ökar när insatsfaktorerna ökar.

Funktionen är även homogen av nollte graden, där den marginella tekniska substitutionskvoten⁸ (här efter MRTS) förblir konstant när alla insatsfaktorer ökar proportionellt. När MRTS är konstant påverkar förändringar av insatsfaktorernas optimala nivåer värdet av produktionen proportionellt. Konstant substitutionselasticitet, $\sigma = 0$, är en väsentlig egenskap som tilldelas Leontiefs produktionsfunktion, insatsvarorna i funktionen är därför perfekta komplement, vilket illustreras i figur 2, och produktion kan inte ske vid avsaknaden av någon faktor⁹.



Figur 2. Leontiefs produktionsfunktion. (Egen bearbetning)

3.1.1 Leontief och naturresurser

Grundfunktionen ovan speglar hur insatsvaror, vilka som helst, påverkar produktionsmängden. För att ge funktionen mening måste de olika variablerna för insatsfaktorerna identifieras. Märk att effektiviteten i vilken naturresurser används ofta utesluts i pessimisternas resonemang.

$$Y = \min\{A_K K, R\} \text{ där } A > 0. \quad (3)$$

Produktionen, Y , beror här på den minsta kvantiteten kapital, K , hur effektivt kapitalet, A_K , används samt den minsta kvantiteten naturresurser, R . Samma egenskaper som ovan tilldelas i övrigt denna funktion. Essentiellt är att kapital aldrig kan substitueras mot naturresurser, eller vice versa.

För att kapital och naturresurser ska vara fullt sysselsatta gäller $A_K K = R$, i denna jämvikt utnyttjas kapital och resurser till sin fulla kapacitet. I fallet då $A_K K > R$ är naturresurserna sysselsatta till sin fulla kapacitet. Kapitaltillgångarna går inte att utnyttja fullt ut i produktionen på grund av naturresursernas begränsande egenskap. Den utnyttjade kvantiteten

⁸ Den marginella tekniska substitutionskvoten anger med vilken kvantitet en insatsvara måste minska, när en annan insatsvara ökar med en enhet.

⁹ Läs vidare om egenskaperna för Leontiefs produktionsfunktion i Griffin et al (1987)

av kapitalet blir därför endast $\frac{R}{A_K} = K$ och $K - \frac{R}{A_K}$ anger den andel av K som går till spillo.

När $A_K K < R$ finns naturresurser som, på grund av begränsningar i kapitalet, inte kan utnyttjas till sin fulla kapacitet, under tiden kapitalet är fullt sysselsatt.

Figur 2 visar att enbart hörnlösningen är effektiv i Leontiefs produktionsfunktion. Där uppfylls kravet om jämvikt, både kapital och naturresurser är optimalt utnyttjade och inget försummas ($A_K K = R$). För att öka produktionen, eller för att gå till nästa isokvant¹⁰, krävs ett konstant faktor förhållande där tillväxten av K är lika stor som tillväxten av R , det vill säga $\frac{K}{R}$.

3.1.2 Leontiefs produktionsfunktion - ett exempel

En produkt, Y , kan produceras med hjälp av 100 maskiner, K , effektiviteten i vilken maskinerna används, A_K , förväntas vara 1. Frågan vi ställer är då, hur mycket olja, R , krävs för att producera Y ?

Genom Leontiefs produktionsfunktion får vi:

$$Y = \min\{1 \times 100, R\}. \quad (4)$$

Eftersom $1 \times 100 = 100$ och det förutsätts i funktion konstruktionen att den minsta faktorn är begränsande, kommer företaget köpa in 100 enheter olja för att kunna producera ett Y .

Vi tänker oss vidare att fabriken vill öka produktionen av Y . Fabriken köper in ytterligare 100 maskiner av samma typ som de gamla.

$$Y = \min\{1 \times 200, 100\}. \quad (5)$$

Fabriken har i detta läge ingen möjlighet att utnyttja de 100 extra maskinerna, om de inte köper in 100 extra enheter olja. Tänker vi oss där emot att fabriken ersätter alla maskiner med 200 nya vars effektivitet, A_K , är 0,5, kan fabriken producera med 200 maskiner och fortsätta köpa in 100 enheter olja.

$$Y = \min\{0,5 \times 200, 100\}. \quad (6)$$

Eftersom $0,5 \times 200 = 100$.

¹⁰ Isokvanten visar de vilka olika kombinationer av insatsvarornas kvantitet som genererar samma produktionskvantitet. I Leontief produktionsfunktion visas att insatsfaktorerna är perfekta komplement vilket innebär att de båda insatsfaktorerna måste öka lika mycket för att produktionen ska öka.

3.2 Solows tillväxtmodell

Optimisternas resonemang bygger på den tillväxtmodell Solow utvecklade i mitten på 1950-talet. Cobb-Douglas produktionsfunktion som används i Solows tillväxtmodell tillåter för substitution mellan insatsvaror och antar konstant skalavkastning. Denna modell speglar därför optimisternas grundläggande resonemang.

Solows tillväxtmodell bygger på två ekvationer, en produktionsfunktion och en kapital ackumulationsfunktion. Produktionsfunktionen fokuserar i sin grundform på fyra variabler: den totala produktionen, Y , som genereras av insatsvarorna kapital, K , arbete, L , är beroende av den totala faktorproduktiviteten, A . Parametern α representerar produktionselasticiteten hos kapital och arbete vardera och är en positiv konstant vars värde avgörs av den tillgängliga teknologin. Funktionen ser ut som följer:

$$Y = F(K, AL) = K^\alpha (AL)^{1-\alpha} \text{ där } 0 < \alpha < 1. \quad (7)$$

Det finns tre viktiga antaganden inom Solowmodellen. Det första är att funktionen har konstant skalavkastning vilket visas genom att summan av $\alpha + (1 - \alpha) = 1$. En av grunderna till antagandet om konstant skalavkastning är att i modellens grundform betraktas enbart insatsvarorna kapital och arbete som relevanta. Det tas ingen hänsyn till andra insatsvaror som exempelvis naturresurser och land¹¹. En procentuell dubbling av arbete och kapital kan leda till att produktionen mindre än fördubblas om naturresurser anses som betydande. I praktiken ses dock tillgången till naturresurser inte som något hinder för ekonomisk tillväxt (detta förklaras i sektion 3.3.1). Det andra viktiga antagandet är att den teknologiska utvecklingen är exogen, den sker automatiskt och oavsett vad som pågår i modellen och ekonomin för övrigt. Värde av en exogen variabel bestäms utanför modellen. I Solowmodellen växer teknologisk utveckling konstant enligt:

$$\frac{\dot{A}}{A} = g \leftrightarrow A = A_0 e^{gt} \text{ där } g \text{ representerar tillväxttakten i teknologin}^{12}. \quad (8)$$

Det tredje antagandet gäller avtagande avkastning per kapital till arbetare. Formen på produktionsfunktionen tillfredsställer antagandet om $f(0) = 0$, $f'(0) > 0$ och $f''(0) < 0$ ¹³. Detta visar att marginalprodukten av kapital, MP_K , är positiv men avtar då kapitalet, per enhet effektivt arbete, ökar. Detta kan sammanfattas till att varje extra enhet kapital som tillförs per arbetare kommer att generera avtagande avkastning i produktionen. Den andra ekvationen, kapitalackumulationsfunktionen ser ut som följer:

$$\dot{K} = sY - \delta K. \quad (9)$$

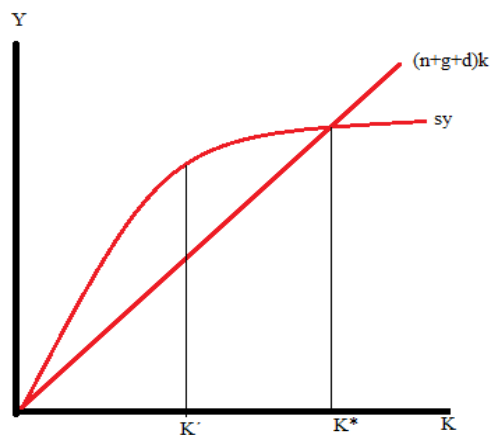
¹¹ Se Jones (1998) Introduction to economic growth för vidare läsning

¹² \dot{A} representerar derivatan av teknologisk utveckling med respekt till tid

¹³ $f'(0)$ och $f''(0)$ är första respektive andra derivatan

Funktionen visar att förändringen i kapitalstocken \dot{K} , ges av bruttoinvesteringen sY , minus värdeminskningen av kapital som uppstår i produktionsprocessen δK . Formen på funktionen påvisar att det är en konstant del, δ , av kapitalstocken vars värde minskar för varje period, oavsett av hur mycket som produceras. Exempelvis om $\delta = 0,05$ avser det 5 % av maskinernas och inventariernas värde som förloras varje år.

Tillväxttakten i arbetskraft, vilket indirekt blir tillväxttakten i populationen, n , antas vara konstant. En situation då kapital, produktion, konsumtion och population har en konstant tillväxttakt kallas för en balanserad tillväxtbana. Produktion per enhet arbete och kapital per enhet arbete växer båda i takt med den teknologiska förändringen: $g_Y = g_K = g$, tillväxten i produktionen per enhet arbete bestäms endast genom teknologisk utveckling.



Figur 3: Solows tillväxtmodell med teknologisk utveckling (egen bearbetning med inspiration av Solow (1956))

I figur 3 representerar kurvan sY andelen investering per andelen, kurvan $(n + g + d)k$ representerar andelen nya investeringar per person som krävs för att hålla andelen av kapital per arbetare konstant. Differensen mellan dessa två kurvor är förändringen i andelen kapital per arbetare. Vid punkten K' överstiger investeringarna vad som behövs för att hålla förhållandet mellan kapital och teknologi konstant. Vid punkt K^* , då $sY = (n + g + d)k$ är ekonomin i jämvikt och växer enligt en balanserad tillväxtbana.

3.2.1 Solow och naturresurser

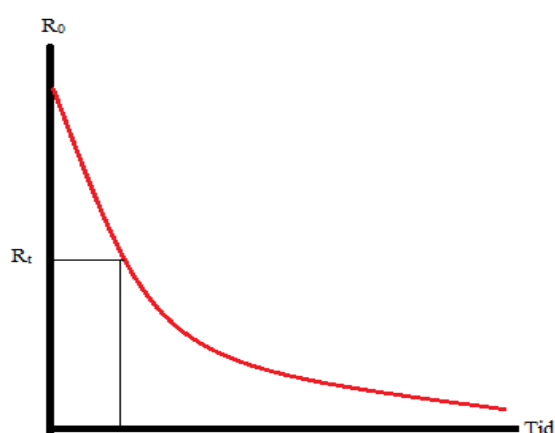
Som tidigare nämnts tar Solows tillväxtmodell i sin grundform varken hänsyn till naturresurser eller land och tillväxtfunktionen har blivit kritiserad för detta. När Solow (1974) och Stiglitz (1974) införde naturresurser i tillväxtmodellen såg den ut som följer:

$$Y = K^\alpha R^\beta (AL)^{1-\alpha-\beta} \text{ där } \alpha < 1, \beta < 1 \text{ och } \alpha + \beta < 1. \quad (10)$$

Funktionen har konstant skalavkastning och insatsvaran R representerar flödet en icke förnybar naturresurs. Eftersom funktionen är av en Cobb-Douglas karaktär kan begränsningen i naturresurser aldrig bli en restriktion för produktionen. En procentuell förändring av faktorproduktiviteten, A , kommer alltid att resultera i samma procentuella förändring i

produktionen oberoende av hur stort A är i förhållande till R . Ett resultat av detta är att teknologisk utveckling, eller en ökning i K , alltid kan väga upp för en minskning av $\frac{R}{L}$.

Det faktum att naturresurserna är av icke förnybar karaktär betyder att när ekonomin befinner sig på en balanserad tillväxtbana, minskar naturresursstocken enligt ekvationen: $\dot{R} = -bR$ där $b > 0$. Tillväxttakten av naturresurser representeras av b , och ges av ekvationen: $\frac{R_0}{Q} = b$. R_0 representerar det initiala flödet av naturresurser och sätts i förhållande till den totala naturresursstocken, Q . I tiden noll är därför $R_0 = Q$ och därmed minskar med flödet av naturresurser över tiden R_t . Flödet av naturresurser kan aldrig överstiga den initiala naturresursstocken, Q , enligt $\int_0^\infty R_t dt \leq Q$, detta visas i figuren nedan.



Figur 4 . Förbrukningstakt av naturresurser (egen bearbetning)

För att analysera hur modellen och ekonomin reagerar vid införandet av naturresurser är det användbart att undersöka om en balanserad tillväxtbana kan uppstå. Teknologisk utveckling, arbete och naturresurser antas ha en konstant tillväxttakt. Kapitalackumulationen är densamma som i grundmodellen: $\dot{K} = sY - \delta K$ och det krävs att K och Y har en konstant tillväxttakt för att uppnå den balanserade tillväxtbanan. Tillväxttakten för K är: $\frac{\dot{K}}{K} = s \frac{Y}{K} - \delta$ och för att den ska vara konstant måste tillväxttakten för $\frac{Y}{K}$ också vara det. Genom att ta logaritmer av båda sidor i produktionsfunktionen och sedan derivera dem med hänsyn till tid och använda sig av det faktum att tidsderivatan av en logaritmerad variabel är detsamma som variabelns tillväxttakt fås:

$$g_Y = \alpha g_K - \beta b + (1 - \alpha - \beta)(n + g). \quad (11)$$

Nu kan det fastslås att $g_Y = g_K$ när ekonomin befinner sig i en balanserad tillväxtbana. Används detta antagande i ekvation (5) och löses ut för g_Y ges:

$$g_Y^{bgr} = \frac{(1-\alpha-\beta)(n+g)-\beta b}{(1-\alpha)}. \quad (12)$$

g_Y^{bgp} är tillväxttakten av Y i den balanserade tillväxtbanan. Ekvation (6) implicerar att tillväxttakten av producerad enhet per arbetaren i den balanserade tillväxtbanan är:

$$g_{Y/L}^{bgp} = g_Y^{bgp} - g_L^{bgp}. \quad (13)$$

$$= \frac{(1-\alpha-\beta)(n+g)-b\beta}{(1-\alpha)} - n.$$

Ekvation (7) visar att tillväxten i inkomst per arbetare i den balanserade tillväxtbanan, $g_{Y/L}^{bgp}$ kan vara både positiv och negativ, beroende på hur g_Y^{bgp} och g_L^{bgp} ser ut. Begränsningar i naturresurser kan orsaka att den producerade enheten per arbetare faller, men så behöver inte bli fallet. Minskande kvantiteter i naturresurser per arbetare är en begränsning för ekonomisk tillväxt samtidigt som teknologisk utveckling däremot är drivkraften. Är drivkraften större än begränsningen uppstår en hållbar tillväxt i producerad enhet per arbetare. Detta har enligt optimisterna varit fallet under de senaste århundradena.

3.2.2 Solows tillväxtmodell med naturresurser – ett exempel

Nordhaus (1992) visade på hur stor den egentliga begränsningen i ekonomisk tillväxt med avseende till naturresurser är. Han använde sig av Cobb-Douglas produktionsfunktion, vilket är densamma som Solowmodellens produktionsfunktion. Funktionen är i detta fall Hicks-neutral¹⁴ och tar även hänsyn till begränsningen i land. Den ser då ut som följer:

$$Y = AK^\alpha R^\beta T^\gamma L^{1-\alpha-\beta-\gamma}. \quad (14)$$

T står för land som används i produktionen, och är fixerad. Parametrarna α , β och γ är konstanta och summeras till ett. Den Hicks-neutrala teknologin förändras i takten h . Tillväxttakten i producerad enhet per capita, g , har ekvationen:

$$g = -\left(1 - \frac{(1-\alpha-\beta-\gamma)}{(1-\alpha)}\right)n - \frac{\beta b}{(1-\alpha)} + \frac{h}{(1-\alpha)}. \quad (15)$$

Där n är tillväxttakten i populationen och b representerar tillväxttakten av naturresurser per tidsenhet. Enligt ekvation (9) kan g växa om:

$$h > (1 - (1 - \alpha - \beta - \gamma) - \alpha)n + \beta b. \quad (16)$$

Eftersom naturresurser och land kan handlas med, kan inkomstdata användas för att estimerar hur väsentliga de är för produktionen, det vill säga att estimerar β och γ . Nordhaus (1992) estimerade värdet av $\beta + \gamma$ till 0,2, $\alpha = 0,2$, $n = 0,01$ och $b = 0,005$ och sätts dessa värden in i ekvation (10) blir resultatet:

¹⁴ Hicks-neutral innebär att en förändring i teknologisk utveckling, A , inte påverkar kapital, K , annorlunda än hur det påverkar arbete, L . De påverkas på samma sätt.

$$h > (0,2)0,01 + (0,1)0,005 = 0,0025. \quad (17)$$

Resultatet visar att för att begränsningen i ekonomisk tillväxt med avseende på naturresurser och land skall övervinnas måste den teknologiska utvecklingen överstiga 0,25 % per tidsenhet. Detta kan förklaras som att om tillväxttakten i ekonomin är 2 % per år, är den egentliga tillväxttakten 2, 25 %, 0,25 % ”försvinner” för att täcka upp begränsningen av naturresurser. Appliceras detta på Solowmodellen, betyder det att för att uppnå en balanserad tillväxtbana måste $A = 2,25$. Exemplet påvisar att minskningen i ekonomisk tillväxt orsakad av limitationen i naturresurser och land är mycket liten.

3.3 Härledningar

Nedan följer en förklaring av hur Leontiefs produktionsfunktion och Solows tillväxtmodell implicit kan appliceras på pessimisterna respektive optimisternas resonemang och teorier. Det är viktigt att vara medveten om att denna sektion främst är baserat på egna tolkningar och härledningar av pessimisters och optimisters uttalade resonemang.

3.3.1 Härledning av pessimisters resonemang genom Leontiefs produktionsfunktion

En definitiv gräns för ekonomisk tillväxt förutspås av, exempelvis Daly (1968), en av de mest framstående pessimisterna. Denna gräns kan tolkas och förstås med hjälp av Leontiefs produktionsfunktion. I resonemanget antar Daly (1968) att den naturliga evolutionen har en konstant tillväxttakt, det vill säga att naturens förmåga att förnya och återhämta sig från störningar följer den räta linjens ekvation. Evolutionstakten bedöms vara betydligt långsammare än den tekniska utvecklingen i den mänskliga ekonomin, vilken där av har en tilltagande tillväxtfunktion. Även den biologiska populationstillväxten¹⁵ förväntas ha en konstant tillväxttakt ur ett enhetsperspektiv. Den ekonomiska populationstillväxten¹⁶ förväntas däremot ha en snabbare tillväxttakt.

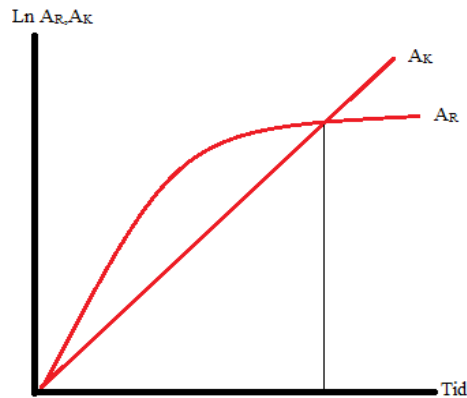
I Leontiefs grundfunktion representerar A effektiviteten i vilket insatsvarorna används. I detta resonemang antas att A_K och A_R representera tillväxttakten av kapital respektive naturresurser. Leontiefs produktionsfunktion skulle med Dalys (1968) resonemang bli:

$$Y = \min\{A_K K, A_R R\}. \quad (18)$$

Förlängs Dalys resonemang ger den naturliga logaritmen av funktionerna konstant tillväxttakt av både företag och den tekniska utvecklingen inom ekonomin över tiden. Vidare ger den naturliga logaritmen en avtagande tillväxttakt av naturresurser samt den tekniska utvecklingen i naturresurser (evolutionen) över tiden. Den absoluta gränsen för ekonomisk tillväxt kommer genom denna argumentation finnas där den ekonomiska tillväxttakten överstiger naturens tillväxttakt och möjlighet för återhämtning.

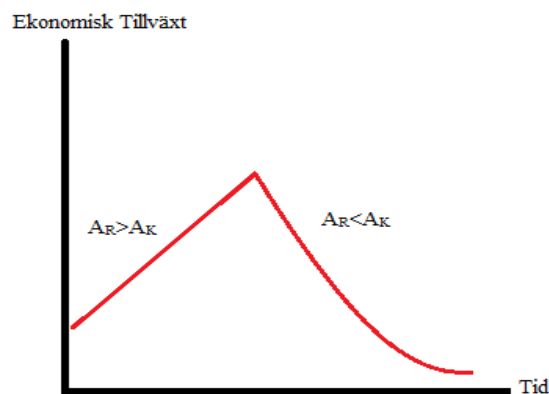
¹⁵ Hur många som tillkommer genom födsel och bortfaller genom död.

¹⁶ Antalet nytillkomna företag relativt bortfallet av företag.



Figur 5. Logaritmisk funktion av den tekniska utvecklingen i kapital och naturresurser. (Egen bearbetning)

Så länge $A_R > A_K$ kan ekonomin växa utan begränsningar över tiden. När $A_R < A_K$ sjunker den ekonomiska tillväxten över tiden genom bristen på naturresurser och når till slut ett oundvikligt nollstadium. Tillväxttakten i A_R och A_K ökar, enligt Common (2005), endast den ekonomiska tillväxten till en maximal nivå, men kan inte förhindra dess avtagande. I längden ger Leontiefs produktionsfunktion en kortlivad ekonomisk tillväxt genom antagandet att ingen substitution är möjlig.



Figur 6. Ekonomisk tillväxt med Leontiefs produktionsfunktion över tiden. (Egen bearbetning med inspiration Common (2005))

Pessimisterna, som ofta utgår från naturvetenskapliga lagar och gränsvärden, anser vidare att det finns en definitiv gräns för ekonomisk tillväxt, genom de begränsade naturresurserna på jorden. Liksom Leontief antar i sin produktionsfunktion, att en ökad produktion förutsätter att användningen av insatsvarorna ökar i samma takt, förmodas det av pessimisterna, att naturresursutvinningen måste öka i samma takt som den ekonomiska tillväxten. Det vill säga, en ökad ekonomisk tillväxt går inte att uppnå utan att jordens naturresurser exploateras i allt högre utsträckning, $A_K K = R$. Denna exploateringstakt kommer, enligt den pessimistiska synen förr eller senare att nå den absoluta gränsen av vilka naturresurserna är tillgängliga. Uttaget av naturresurser är begränsade till den absoluta mängden, Q , det vill säga naturresursstocken, och enligt detta gäller ekvationen: $\int_0^\infty R_t dt \leq Q$. När $A_K K > R$ i Leontiefs produktionsfunktion, går kapitalet inte att utnyttja till följd av de bristande naturresurserna, och den ekonomiska tillväxten kommer oundvikligen att avta. Vidare görs antagandet, mot bakgrund av framförallt termodynamikens första lag, att det är omöjligt att

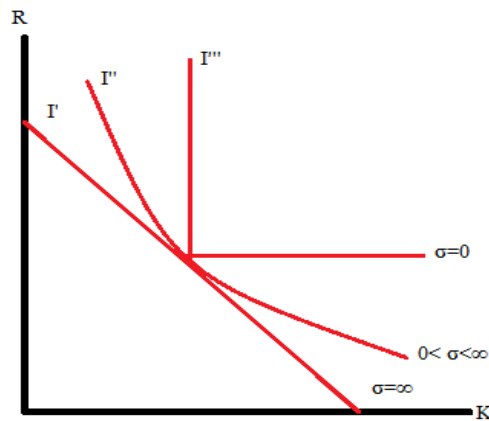
substituera bort naturresurser från produktionen, vilket även fastställs gällde insatsvaror i Leontiefs produktionsfunktion.

Pessimisterna antar även att ekonomisk tillväxt ovillkorligt skapar avfall, vilket kan sätta gränsen för hur mycket ekonomin kan växa. Även detta argument går att härleda genom Leontiefs produktionsfunktion där den absoluta gränsen för ekonomisk tillväxt ligger i naturens förmåga att absorbera och hantera avfall. I detta resonemang betraktas R som ett utsläppsflöde och Q som en begränsning i absorberingsförmåga, då gäller även ekvationen: $\int_0^\infty R_t dt \leq Q$. Förväntningen är, att produktion och avfall måste öka i samma utsträckning för att nå en ökad ekonomisk tillväxt och att jordens maximala kapacitet någon gång måste nås. Därför, när $A_K K > R$ i Leontiefs produktionsfunktion, är jordens förmåga att absorbera och hantera avfall maximalt utnyttjad, och kapitaltillgångarna går därför inte att utnyttja fullt ut. Det går exempelvis tänka sig detta scenario i fiskeindustrin. En fiskebåt kan inte utnyttjas till sin fulla kapacitet, om vattnet är förgiftat och fiskarna döda.

Goodland (1992) (se sektion 2.2.1) gör ett antagande om att beviset beträffande en gräns för ekonomisk tillväxt ligger i nettoprimärproduktionen i de markbundna ekosystemen. Denna princip följer Leontiefs antagande då det förutsätts att en fördubbling av den mänskliga populationen, måste resultera i att förbrukningen av fotosyntesen ökar lika mycket. I detta exempel har, Goodland liksom Leontief, uteslutit möjligheten för substitution av fotosyntesförbrukningen och antar konstant skalavkastning mellan populationstillväxt och fotosyntesförbrukning.

3.3.2 Härledning av optimisternas resonemang genom Solows tillväxtmodell

Resonemanget om substitution och teknologisk utveckling fanns inom tillväxtekonomin långt innan Solows tid. Dock var det i och med Solows tillväxtmodell som optimisterna fick ett tydligt och användbart verktyg att arbeta med för att styrka sina argument. Optimisterna argumenterar, som nämnts, starkt för att det inte finns någon gräns för ekonomisk tillväxt. Produktionsfunktionen som används i Solowmodellen visar att naturresurser är essentiella i produktionen. En insatsvara definieras som essentiell om produktionen blir noll då kvantiteten av insatsvaran är noll. R är essentiell i Solows tillväxtmodell med naturresurser eftersom att om $R = 0$ är $Y = K^\alpha R^\beta (AL)^{1-\alpha-\beta}$. Huruvida en naturresurs är essentiell för produktionen är således inte beroende av hur stor andel naturresurser som används i produktionen, utan hur det går att substituera mellan olika insatsfaktorer i produktionen. Det verktyg som används för att mäta substituerbarheten mellan två insatsvaror är substitutionselasticiteten, σ .



Figur 7: Formen på olika produktionsfunktioners isokvanter och deras substitutionsmöjligheter (egen bearbetning)

En Cobb-Douglas produktionsfunktionens isokvant träffar aldrig någon av axlarna utan är konvex, vilket också är ett bevis på att R är essentiell i produktionen, och representeras i diagrammet ovan av isokvant I'' . En liten andel naturresurser i produktionen kan kompenseras av en tillräckligt stor andel kapital, eftersom substitutionselasticiteten är större än noll och kan gå mot oändligheten, $0 < \sigma < \infty$. Genom att använda sig av en Cobb-Douglas funktion med konstant skalavkastning, vilket visats vara ett av antagandena i Solowmodellen, kan substitutionselasticiteten mellan insatsvarorna inte anta något annat värde än ett. I Solowmodellen finns det således alltid en möjlighet för substitution mellan de olika insatsvarorna i produktionen.

Solow (1974) samt Nordhaus och Tobin (1972) uppskattade substitutionselasticiteten till ett respektive större än ett. Solow menade på att ett sådant antagande; *"would certainly be the educated guess at the moment"* (s.24) och estimerar värdet utifrån sin egen tillväxtmodell. Nordhaus och Tobin antagande bygger på en estimering av andelsfaktorer i nationalinkomsten i USA och har också använt sig av en Cobb-Douglas produktionsfunktion. Ofta tar optimisterna, liksom de tidiga ekonomerna, jordbruksmark som ett exempel: andelen utnyttjad jordbruksmark har minskat i proportion till hur stor populationen ökat. Detta beror dels på en hög substitutionselasticitet samt att effektiviteten har ökat på grund av teknologisk utveckling. Optimisterna anser även att den teknologiska utvecklingen kan gå så lång att den flyttar isokvanten tills den träffar R -axeln och naturresursen "substitueras" bort ur produktionen, ett resonemang som fanns redan tidigt under de neoklassiska nationalekonomernas tid.

Frågan om populationstillväxt och försörjningsmöjligheter är inte anmärkningsvärt diskuterat i den optimistiska ideologin, inom Solowmodellen ses den vara konstant. Antagandet är nämligen att prismekanismen och substitution kommer leda till förbättrad effektivitet och nya lösningar. Skulle exempelvis odlingsbar mark bli en knapp resurs till följd av ökad efterfrågan på agrara produkter, sjunker värdet på γ , i ekvation (14) (se sektion 3.3.2). Cobb-Douglas produktionsfunktion speglar hur priset på mark, blir relativt dyrare än andra insatsfaktorer. Optimisterna har, som påvisats tidigare, menat att om priset går upp ger detta incitament till att ta fram ny teknologi och Solows tillväxtmodell besvarar de förväntningar

optimisterna har. Vid en hög substitutionselasticitet, vilket både optimisterna och Solowmodellen antar, behövs det en väldigt liten höjning av relativpriset för att ge incitament till substitution.

Optimisterna visar, genom Cobb-Douglas produktionsfunktion, att på grund av substitutionselasticitet och relativpriser kommer naturresurser att substitueras mot tekniska lösningar när naturresursstocken på jorden minskar. Solow har, genom sin tillväxtmodell, påvisat vikten av teknologiska lösningar. Eftersom det är den teknologiska utvecklingen som driver både ekonomisk tillväxt samt möjliggör substitution och effektivisering är det, genom optimisternas resonemang, fullt möjligt att ha en evig ekonomisk tillväxt.

Resonemanget om inkomstnivåer och miljö kvalitet i form av den positiva synen på MiljöKuznetskurvan går även det att härleda till optimisternas tilltro till prismekanismen och kostnader. I och med att marginalkostnaden för att ha miljöproblem stiger i takt med att miljöförstöringen ökar, i samexistens med ökande ekonomisk tillväxt, leder detta till att kostnaden till slut bli för hög. Prismekanismen slår in och efterfrågan på mer miljövänliga alternativ ökar, detta leder till att nya miljövänliga substitut utvecklas och utkonkurrerar de mer miljöförstörande alternativen. Det vill säga ”dålig” teknologi substitueras mot ”bra” teknologi för att det upplevda priset på det tidigare alternativet är för högt. Vilket i sin tur betyder att ökad ekonomisk tillväxt i slutändan har en positiv inverkan på miljön.

4 Analys och diskussion

För att granska pessimisternas och optimisternas argument följer i detta kapitel en analys av dessa två synsätt. Här kommer de olika argumenten att värderas mot varandra och deras trovärdighet att ifrågasätts utifrån befintlig kritik, ett matematiskt perspektiv samt utifrån kritik vi anser värd att beakta.

4.1 Analys och kritik av pessimistiska resonemang

Sedan efterkrigstiden har den ekonomiska tillväxten betraktats som närmast helig. Politiken har satt stor tilltro till tillväxt, eftersom det är uppenbart att tillväxt generar välfärd och en högre materiell standard. Tillväxt och resursutvinning har genom tiden haft ett näst intill linjärt samband. Ökar tillväxten ökar också efterfrågan på energi och material, det vill säga naturresurser. I pessimisternas resonemang ges inte några alternativ vad gäller den ekonomiska tillväxtens framtid, vilket exempelvis kan illustreras genom att pessimisterna sätter substitutionselasticiteten lika med noll, $\sigma = 0$, och hävdar därmed att substitution av naturresurser i produktionen är omöjlig. Visar det sig att detta resonemang stämmer betyder det att produktion av något slag tillslut blir ogenomförbart, eftersom produktion inte kan ske med enbart kapital eller naturresurser. Att den ekonomiska tillväxten ökar är idag samma sak som att produktionen ökar, därmed måste det finnas en definitiv gräns för ekonomisk tillväxt. Detta domedagsresonemang riskerar dock att avskräcka istället för att inspirera. Incitamenten för att skapa en hållbar utveckling riskeras att omintetgöras och faran är att den breda

publiken väljer att bortse från dessa viktiga frågor. Att anamma det pessimistiska resonemanget kan därmed tyckas vara ett politiskt självmord. Det är därmed enkelt att misskreditera den pessimistiska synen, vilket exempelvis Malthus teorier utsattes för när den nationalekonomiska vetenskapen gavs namnet ”den dystra vetenskapen”.

Många av Malthus teorier är trots allt allmängiltiga. Det Malthus dock inte förutspådde med dåtidens preferenser var den teknologiska utvecklingen och effektiviseringen av jordbruket. Trots att denna utveckling har skett och Malthus teorier på denna punkt än så länge är motbevisade, håller pessimisterna fast vid teorin att befolkningsökningen är en kritisk faktor inom tillväxtteorin. Pessimisternas resonemang präglas av en ignorans rörande teknikutvecklingen i samhället. I ekonomins värld förklaras ekonomisk tillväxt inte av ”mer av samma sak”, utan om nya mera avancerade produkter. Detta faktum gör att pessimisternas ståndpunkter ofta verkar gammaldags och bakåtsträvande. Den pessimistiska politiken skulle leda raka vägen tillbaka till ett 1800-tals samhälle, med självförsörjande gårdar, ett pris som få kan tänka sig att betala. Van den Bergh (2002) påvisar att pessimisterna enbart utgår ifrån historiska trender och förväntar sig att människans utveckling och samhällen kommer att följa samma utstakade bana, utan att vare sig förbättra- eller förändra sig, vilket avspeglar sig i pessimisternas syn på befolkningsökningen. Brännlund och Kriström (1998) ger ännu ett exempel på hur pessimisterna avfärdar teknologisk utveckling: *”Om pessimisten hade fått bestämma för 25 år sedan hade han förmodligen infört kraftiga restriktioner på innehav av telefoner”*(s. 25). Anledningen till detta var att pessimisterna befarade att kopparreserverna skulle tömmas när telenäten byggdes ut, för att tillgodose den ökade efterfrågan på telefoni. Idag är dock kopparreserverna långt ifrån tömda och vi har betydligt fler telefoner i samhället än vad någon kunnat tänka sig under 1980-talet. Detta har möjliggjorts tack vare den teknologiska utvecklingen inom telekommunikationen med mobiltelefoner och fiberoptiska kablar.

Vidare har pessimisterna fått utstå mycket kritik på grund av avsaknaden av marknadens prismekanism i resonemangen, vilket är kritik värd att beakta. Det finns idag många vedertagna bevis på att prismekanismen exciterar. Pessimisternas argument blir inte fullt ut trovärdiga när denna faktor saknas. Finns inte prismekanismen med i beräkningarna, finns inga incitament, att inte konsumera hela resursutbudet omedelbart. Med den konsumtionstakt vi haft det senaste decenniet, menar pessimisterna att naturresurserna är knappa. Meadows et al (1972) menade exempelvis att många av jordens resurser i princip skulle vara förbrukade år 2000, vilket idag är motbevisat.

4.2 Analys och kritik av optimistiska resonemang

Optimisterna anser inte att den minskade resursbasen är ett problem för framtida generationer. De argumenterar ofta att framtida generationer kompenseras med en högre teknologisk standard och större kapitalstock. Detta bör dock ifrågasättas. Enligt definitionen av begreppet hållbar utveckling, vilket är ett mål både inom den Europeiska Unionen (EU) och FN, ska framtida generationers behov inte äventyras till dagens generations fördel. Det kan tyckas vara svårt att idag förutspå dessa behov hos framtida generationer, därmed är det svårt att

avgöra om högre teknologisk standard och större kapitalstock verkligen kan ersätta den ekologiska standarden. Redan på 1800-talet uppmärksammade Mill (1848) värdet av orörd natur för människans välbefinnande, något som än idag kan hållas för sanning.

Optimisterna har förlitat sig mycket på Solowmodellen, i vilken Solow hävdar att den ekonomiska tillväxten ökar genom teknologisk utveckling. I modellen betraktas den teknologiska utvecklingen som en exogen variabel. Det finns därmed inget som förklarar drivkraften bakom den teknologiska utvecklingen och effektiviseringen. Solow antar också i modellen att naturresurserna inte är prissatta, vilket betyder att producenten inte behöver betala för resurserna. Vad effektiviseringen egentligen förklarar i modellen är, liksom pessimisterna menar, att produktionen ökar av samma produkt. Detta på grund av att modellen antar att kapital produceras med hjälp av kapital och arbetskraft. Det modellen därmed endast lämnar utrymme för är att arbetskraften och kapitalet kan effektiviseras, däremot inte den producerade varan. På grund av lagen om avtagande marginalprodukt kan inte arbetskraften effektiviseras obegränsat utan att kapitalet ökar. En effektivisering i kapital och arbetskraft kommer genom modellen, endast leda till fler produkter av samma sort. Det går aldrig att byta ut produkten mot något annat, som exempelvis en ny bättre och mer teknologisk produkt.

Det råder inga tvivel om att teknologisk utveckling sker, problemet ligger istället i att den är svår att förutspå. Eftersom att teknologisk utveckling betraktas som en exogen variabel, går det inte att utläsa i modellen hur snabbt teknologin utvecklas. Därmed finns ingen säkerhet i att den teknologiska utvecklingen kommer att ske tillräckligt snabbt, med tanke på den kritiska situationen vad gäller bristande naturresurser och miljöförstörelse. Det behöver inte heller vara självklart att det är den mest resurseffektiva tekniken ur miljöhänsyn som utvecklas.

Det finns även en fysisk gräns för hur effektiv användandet av naturresurser kan bli. Med ny teknologi går det att utvinna naturresurser mer effektivt, dock går det exempelvis inte att få ut hur många bord och stolar som helst av ett träd, hur mycket kapital eller ny teknologi som än tillförs. Den fysiska begränsningen för effektivisering ligger också i den totala resursbasen på jorden, samt de termodynamiska lagarna. Rockström et al (2009) har genom forskning påvisat jordens absoluta begränsningar. Ges inte hänsyn till detta, kan det resultera i att tröskelvärden överskrids och ekosystemen kollapsar.

I Nordhaus (1992) studie (se sektion 3.3.2) ges en positiv bild av framtiden vad gäller begränsningen av ekonomiskt tillväxt med hänsyn till naturresurser. Enligt Nordhaus är det en mycket liten del av naturresursutvinningen som behöver kompenseras genom teknologisk utveckling. Utvecklingstakten av teknologin, h , måste endast överstiga 0,25 % per tidsenhet för att kompensera minskningen av icke förnybara naturresurser. Med dagens utvinningstakt är detta dock en mycket liten kompensation. Det intressanta är att se hur det fysiska flödet av naturresurser, R , har ändrats i verkligheten och sätta detta i förhållande till Nordhaus studie. Minns från sektion 3.2.1 att flödet av naturresurser bör minska över tiden, vilket är det samma som att utvinningstakten av naturresurser minskar.

Härledning av ekvation (14) ger att tillväxttakten av naturresurser, b , är avtagande då:

$$R_t = R_0 e^{-bt} \text{ och } b > 0. \quad (19)$$

Genom detta gäller: $\int_0^\infty R_t dt \leq Q$, då detta är integralen av ekvation (19). Resursuttagen över tiden kan inte överstiga den totala resursstocken, Q , och ju högre R_0 är i förhållande till Q , desto snabbare utvinningstakt. Detta resulterar i att utvinningstakten av naturresurser måste minska med tiden och att desto större måste b vara. Nordhaus estimerade b till 0,005 per tidsenhet. Vid denna estimering gäller $h > 0,0025$ och utvecklingen i teknologin kompenserar här, som visats, begränsningen av naturresurser fullt ut.

Kritik kan riktas mot Nordhaus estimering då utvinningstakten av naturresurser i själva verket har tilltagit över tiden. På grund av detta måste även utvecklingstakten i teknologin, h , öka, vilket gör att talet 0,0025 måste öka över tiden med hänsyn till att utvinningstakten tilltar.

När Solowmodellen utvecklades, genom att insatsvarorna land och naturresurser infördes, beaktades inte deras speciella egenskaper som insatsvaror. Till skillnad från kapital och arbetskraft, har land och naturresurser en fysisk begränsning, vilket inte togs hänsyn till när de likställdes med andra insatsvaror i modellen. I Solowmodellen antas även Cobb-Douglas produktionsfunktion ha konstant skalavkastning och därför en konstant substitutionselasticitet mellan insatsvaror. Hur långt än ekonomin går med att substituera kapital med naturresurser minskar aldrig möjligheten för ytterligare substitution. Modellen kan på grund av detta kritiseras för att inte vara lämpad för analys av substitutionsmöjlighet mellan kapital och naturresurser. Detta ger valmöjligheter men inga alternativ, genom att det enda som faktiskt går att förändra i produktionen, är relationen mellan insatsvaror.

Enligt Cobb-Douglas produktionsfunktion skulle en halvering av naturresursanvändningen i produktionen inte påverka den producerade kvantiteten i världen nämnvärt. Faktorandelen av naturresurserna antas ha ett lågt värde, åtminstone lägre än tio procent¹⁷. I detta exempel sätts denna faktorandel till 5 procent. Minns att funktionen ser ut som följer:

$$Y = AK^\alpha R^\beta T^\gamma L^{1-\alpha-\beta-\gamma}. \quad (20)$$

I funktionen är β faktorandelen av naturresurserna, R , vilket bevisas genom att förstaderivatan av funktionen med avseende på R ger marginalprodukten, MP_R , av naturresursen. Vi följer neoklassikernas resonemang och antar att marginalprodukten av naturresursen är lika med priset på naturresursen, $MP_R = P_R$. Den totala kvantiteten naturresurser i produktionen multipliceras med dess pris och divideras med den totala producerade kvantiteten, Y , vilket ger faktorproduktiviteten, vilket i detta fall även blir faktorandelen:

¹⁷ Se Jones (1998) Introduction to economic growth för vidare läsning

$$\frac{P_{RR}}{Y} = \beta. \quad (21)$$

Priset på Y normaliseras vanligtvis till 1, vilket det också görs i detta exempel. Då följer: $\beta = 0,05$ alltså $R^{0,05}$, sätts $R = 1$ blir $1^{0,05} = 1$. Halveras R i produktionen, ger det $1/2^{0,05} = 0,966$, det vill säga halveras andelen naturresurser i produktionen förändras produktionen ytterst lite. Appliceras detta på verkligheten med exempelvis naturresursen olja, kan man dra slutsatsen att om utbudet av olja halveras i världen, skulle det få betydligt större konsekvenser än vad som visas enligt Solowmodellen. Optimisterna menar att en anpassning till det minskade oljeutbudet kommer att ske. Dock finns det inget i Solows tillväxtmodell som påvisar denna anpassning.

Det är viktigt att inse att det finns en viss skillnad mellan kapital och naturresurser i produktionen. Optimisterna argumenterar ofta för att naturresurser bör gå att substituera mot kapital och menar att substitutionselasticiteten mellan insatsvarorna är större eller lika med ett, $\sigma \geq 1$, det vill säga att substitutionsmöjligheten i princip är obegränsad. I extremfallen anses det till och med att en insatsvara, exempelvis naturresurser, helt kan substitueras bort mot kapital. Däremot är det för många en befängd tanke att substituera kapital mot naturresurser. Påstås det att substitution är möjlig åt ena hållet, måste det även vara möjligt åt det andra hållet. Härav, den väsentliga skillnaden mellan insatsvarorna naturresurser och kapital. I det här avseendet kan därför pessimisternas resonemang, angående substitution mellan naturresurser och kapital, anses vara något mer rättvisande.

Daly (1997) gav svar på tal på Solows (1974) uttalande att *om* det är lätt att substituera finns det i princip inga problem i begränsningen av naturresurser. Daly yttrade då repliken "*If wishes were horses beggars could ride*" (Daly. 1997. s. 1). Det Daly och pessimisterna ställer sig kritiskt till är "*om*-antagandet". De menar att naturresurser och kapital inte är substitut utan komplement. Kritiken är inte obefogad. I produktionen är det, i stort sett alltid, naturresurser som förädlas till en slutprodukt och kapital och arbete är agenterna för att uppnå detta. Det enda undantaget är i tjänstesektorn. Även kapital består i grund och botten av naturresurser. Kapitalstocken i varje enskilt företag måste alltid byggas upp av naturresurser i någon mening, exempelvis maskiner, byggnader och inventarier, producerats alla med hjälp av naturresurser av något slag. Då Solowmodellen likställer kapital och naturresurser och inte tar hänsyn till att kapital är uppbyggt av naturresurser, ignoreras det faktum att när naturresurser substitueras mot kapital, kan det resultera i en ökad efterfrågan på naturresurser. Eftersom kapital är uppbyggt av naturresurser och substitueras mot kapital, ersätter kapital i själva verket inte naturresurser utan att naturresursanvändningen bör öka indirekt.

Ytterligare ett av optimisternas argument som bör ifrågasättas är den positiva korrelation mellan renare miljö och ekonomisk tillväxt, som anses ha bevisats genom MiljöKuznetskurvan. Denna studie har fått utstå mycket kritik för att korrelationen som regel endast stämmer för lokala och regionala miljöproblem. Vad gäller globala miljöproblem, exempelvis koldioxidutsläpp, gäller snarare det motsatta. När den ekonomiska tillväxten ökar, redogör Brännlund och Krisström (1998) för hur realinkomsterna ökar och utsläppen tilltar.

När länder blir rikare tenderar miljöfarliga verksamheter att flytta utomlands till följd av striktare miljöregleringar och högre skatter, vilket är konsekvens av den ökande efterfrågan på renare miljö i det egna landet. Detta påvisas av Stern et al (1996) i en global studie om utsläpp av svaveloxider, surt regn och ekonomisk tillväxt, där den huvudsakliga slutsatsen visade att fortsatt ekonomisk tillväxt inte gynnar den globala miljön.

5 Slutsats

Synen på ekonomisk tillväxt måste förändras. Den ekonomiska tillväxt vi har haft det senaste seklet är baserad på begränsade naturresurser. För att inte dessa resurser ska sina och jorden utsättas för allt för hårda påfrestningar, måste den ekonomiska tillväxten gå hand i hand med hållbar utveckling.

Genom vår analys av de pessimistiska och optimistiska argumenten, har vi kommit fram till att dessa ofta håller i teorin men inte i praktiken. Dock finns för- och nackdelar från båda sidor finns att beakta i utvecklingen av begreppet ekonomisk tillväxt. Det senaste seklet har den optimistiska uppfattningen varit dominerande. För att förena synsättens fördelar, bör pessimisternas resonemang uppmärksammas mer.

Utöver vad som belysts i denna uppsats anser vi vidare att det är viktigt att synen på ekonomisk tillväxt förändras i grunden från ett mikroperspektiv. Större vikt måste i framtiden ges åt produktionsfunktioner som inkluderar miljö och naturresursförbrukning ur ett verklighetstroget perspektiv, som tar hänsyn till jordens biofysiska begränsningar.

Utifrån våra exempel, Leontiefs produktionsfunktion och Solows tillväxtmodell, anser vi att naturresurser har fått för stort respektive för litet utrymme. Vi anser istället att en bra produktionsfunktion för framtida bruk, bör innefatta naturresurser och negativa externa effekter på miljön, där deras avvikande egenskaper särskiljs från andra insatsvaror. Genom att företagens beslut om produktionsmängd, insatsvaror och vidare satsning på teknologisk utveckling, fattas med stöd av produktionsfunktionen resulterar det i en given anpassning till dagens verklighet. Besluten kan dock inte enbart komma ifrån politiska påtryckningar, incitamenten måste vara inkluderade i företagens grundläggande syn på produktionen.

Vi anser att den största prövningen i debatten om en framtida ekonomisk tillväxt, ligger i svårigheten att interagera mängden aktörer. Politikens främsta ambition är att upprätthålla ekonomisk tillväxt, företagen strävar efter att vinstmaximera och individers främsta mål är att nyttomaximera utifrån de förutsättningar som ges av politiken och marknaden. Ingen av dessa målsättningar tar i dagsläget hänsyn till exploateringen av naturresurser, trots att de är fundamentala för att uppnå aktörernas intensjoner. Mot bakgrund av tillväxtdebattens historia anser vi att vägen framåt bygger på samverkan mellan aktörerna. För att uppnå detta måste tre huvudområden beaktas. För det första måste den politiska dagordningen vitaliseras, då det är viktigt att framföra en politik som gynnar en hållbar ekonomisk tillväxt. För det andra är det viktigt att ge företagen tydliga och starka incitament att ta fram miljövänligare produkter genom teknologisk utveckling. För det tredje måste medvetenheten rörande detta ämne hos allmänheten öka då enskilda individers preferenser har möjlighet att påverka både företagens utbud och den förda politiken i samhället.

Källförteckning

- Blaug, Mark (red.) (1992). *Knut Wicksell: (1851-1926)*. Aldershot: Edward Elgar Publ.
- Brännlund, R. och Kriström, B. (1998). *Miljöekonomi*, Lund: Studentlitteratur (ISBN 91-44-00474-5).
- Boulding, K. E. (1966). The Economics of the Coming Spaceship Earth. *Environmental Quality in a Growing Economy*, Baltimore: Resources for the Future/John Hopkins University Press (ISBN 08-01-81272-0).
- Common, M. och Stagl, S. (2005). *Ecological Economics, an introduction*. University Press. Cambridge. sid 223-233 (ISBN 05-21-01670-3)
- Daly, H. (1968). On Economics as a Life Science. *Journal of Political Economy*. 76(3): 392-406.
- Daly, H. E. (1997). Georgescu-Roegen versus Solow/Stiglitz. *Ecological economics*. 22:261-266.
- Daly, H. och Farley, J. (2004). *Ecological Economics: Principles and Applications*. Washington: Island Press (ISBN 97-81-55963-3123).
- General agreement on tariffs and trade, GATT, (1947). Geneve.
- Griffin, R., Montgomery, J. och Rister., M. (1987). Selecting Functional Forms in Production Function Analysis. *Westerns Journal of Agricultural Economics*. 12(2): 216-227.
- Grossman, G. M., och Krueger, A. B. (1994). *Economic Growth and the Environment*. NBER Working Paper Series, working paper 4634.
- Goodland, R. (1992). *Population, Technology and Lifestyle*. Covelo: Island Press.
- Georgescu-Roegen, N. (1971). *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge: Harvard University Press (ISBN 97-81-58348-6009).
- French, H. (1994). Ompröva Världsbankens roll, *Tillståndet i Världen*, Naturskyddsföreningen/Naturvårdsverket, 1994.
- Heilbroner, R. (1953). *The Worldly Philosophers: The Lives, Times and Ideas of the Great Economic Thinkers*, New York: Simon & Schuster (ISBN 97-80-68486-2149).
- Jevons, W. S. (1865). *The Coal Question; An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of Our Coal Mines*, Basingstoke: Palgrave, 2001
- Jones, C. J. (1998). *Introduction to Economic Growth*. New York: Norton (ISBN 97-80-39397-7455)

Malthus, T. R. (1798). *An Essay on the Principle of Population*, London: Dent & Sons (ISBN 05-21-42972-2).

Marshall, Alfred (1890). *Principles of Economics*. London (ISBN 15-73-92140-8).

Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J. och Behrens, W. W. (1972). *The Limits to Growth: A Report for The Club of Rome's projection on the Predicament of Mankind*. New York: Earth Island, Universe Books (ISBN 08-76-63165-0).

Menger, C. (1871). *Principles of Economics*, i Dingwall, James & Hoselitz, Bert F (ed.), New York: University Press, 1981

Mikesell, R. (1995). The limits to growth. *Resource Policy*. 21(2):127-131.

Mill, J. S. (1884). *Principles of Political Economy*, London: Longmans, Green and Co.

Nordhaus, W. D. (1992). The limits to growth revisited. *Brooking papers on economic activity*, 2:1992.

Nordhaus, W. D., Tobin, J. (1972). Is growth obsolete?. *Economic research: Retrospect and prospect*. 5: 1-80

Rachel, C. (1962). *Silent Spring*, Boston: Houghton Mifflin (ISBN 01-41-18494-9).

Radetzki, M. (1990). *Tillväxt och miljö*. Stockholm: SNS Förlag (ISBN 97-89-17150-3831).

Rio-konferensen. (1993). *Förenta Nationernas konferens om miljö och utveckling*, Utrikesdepartementet Aktstycken, Ny serie II:46

Rockström, J., Wijkman, A. (2011), *Den stora förnekelsen*, Stockholm: Medströms bokförlag (ISBN 97-89-17329-0425)

Rockström, J. et al, (2009). Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. *Ecology and Society* 14(2): 32

Sandelin, B., Trautwein, H. M. och Wundrak, R. (2008). *Det ekonomiska tänkandets historia*. Göteborg: SNS Förlag, Uppl 4 (ISBN 91-85-69559-9).

Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, London: printed for W. Strahan och T. Cadell (ISBN 97-80-87975-7052).

Stern, D. I., Common, M. och Barbier, E. B, (1996). Economic Growth and environmental degradation: the environmental Kuznets curve and sustainable development. *World Development*, 24:1151-1160.

Stern, N. (2006). *Stern review on the economics of climate change*, London: HM Treasury

Stiglitz, J. E. (1979). Scarcity and growth reconsidered. *Neoclassical analysis of resource economics*, sid 36-64 (ISBN 08-01-82233-5).

Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth, *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1): 65-94.

Solow, R. M. (1974). Intergenerational equity and exhaustible resources. *The Review of Economic Studies*. Oxford university press, 41: 29-45.

van den Bergh, J. (2002). Growth and Environment in Europe: A guide to the Debate. *Empirica*. 29:79-91

Världsbanken (1992). *Development and the Environment*, Washington: World Development Report

Walras, L. (1874). *Éléments d'économie politique pure ou Théorie de la richesse sociale*. Lausanne

World Commission on Environment and Development (1987). *Our common future*. Oxford: Oxford University Press.